



Adubação de Cobertura do Algodoeiro Cultivado em Condições de Sequeiro na Região do Cerrado

Maria da Conceição Santana Carvalho¹

A correção da acidez do solo e a adubação mineral têm custo elevado no cultivo do algodoeiro, sobretudo nas regiões de Cerrado, atingindo valores da ordem de 20 a 30% do custo total de manejo da cultura. Nesse contexto, o manejo eficiente da adubação é essencial para se obter alta produtividade, redução de custo por arroba de algodão produzido e viabilização dos sistemas de produção vigentes.

O conhecimento das quantidades de nutrientes absorvidos e exportados pelo algodoeiro, associado com os resultados de análise de solo e o histórico de calagem e adubações da área, permite estimar as doses de fertilizantes a serem aplicadas. Pela marcha de absorção e acumulação dos nutrientes, nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, são obtidas informações do período de maior exigência durante o ciclo da cultura. O conjunto dessas informações, juntamente com o conhecimento da dinâmica dos nutrientes no solo, do potencial de perdas (lixiviação, precipitação, "fixação") e da eficiência de extração pela cultura, condiciona as melhores alternativas de modos e épocas de aplicação, visando à máxima eficiência do uso de fertilizantes.

O algodoeiro caracteriza-se como uma planta de crescimento inicial lento, passando a desenvolver-se rapidamente partir dos 25 -30 dias após a emergência. A marcha de absorção dos nutrientes pela planta segue o padrão de crescimento, aumentando significativamente a partir dos 30 dias do plantio (Fig. 1), coincidindo com a emissão dos primeiros botões florais (Fig. 2) e alcançando uma absorção máxima diária na fase de florescimento, entre 60 e 90 dias após a germinação, dependendo da cultivar (MALAVOLTA, 1987; ROSOLEM, 2001).

Na cultura do algodoeiro, a adubação de cobertura é realizada com nitrogênio, potássio, enxofre e boro. Esses nutrientes podem ser aplicados misturados com formulações de fertilizantes ou separados por meio de fertilizantes simples tais como: sulfato de amônio, uréia, cloreto de potássio, dentre outras fontes comerciais disponíveis no mercado. O importante é que na fase de florescimento todos os nutrientes, principalmente o potássio, estejam disponíveis para permitir a absorção pela planta; nesta fase, a planta está em processo de enchimento dos frutos e maturação de fibras, exigindo quantidades de potássio, o qual é redistribuído para os frutos. Em torno dos 90-95 dias após a emergência, a velocidade de absorção de potássio cai bruscamente (ROSOLEM, 2001).

¹ Eng. Agr., D. Sc., Pesquisadora da Embrapa Algodão, Núcleo de P, I & D do Cerrado, C.P. 714, 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: mcscarva@cnpa.embrapa.br

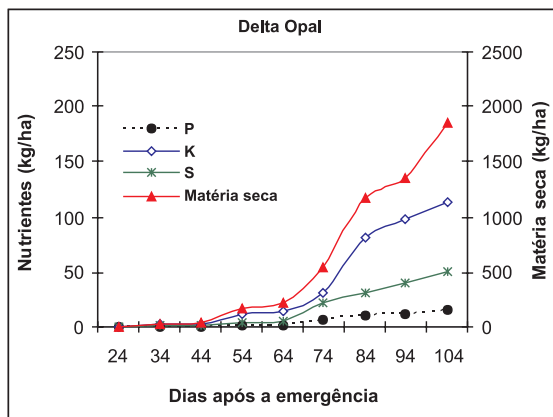


Fig. 1. Acúmulo de N, P e K pelas cultivares de algodoeiro IAC 24 e Delta Opal cultivadas no campo em Selvíria, Mato Grosso do Sul, em função de dias após a emergência. Cálculos efetuados considerando uma produtividade de 3.000 kg/ha de algodão em caroço. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2004) e Persegil et al. (2004).

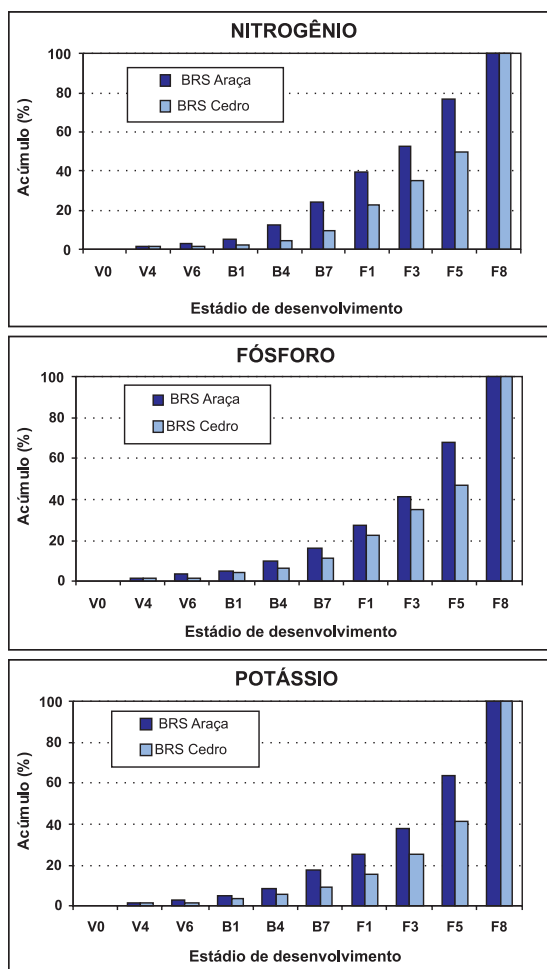


Fig. 2. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelas cultivares BRS Araçá e BRS Cedro cultivadas no campo, em Dourados, MS. Fonte: Staut, L.A. - Embrapa Agropecuária Oeste (Carvalho et al., 2007).

Os resultados da marcha de absorção apresentados (Figs. 1 e 2) demonstram que a planta do algodoeiro continua absorvendo nutrientes por um longo período do ciclo. Isso significa que, no caso de cultivo irrigado, quando for conveniente, os nutrientes podem ser fornecidos parceladamente em diversas aplicações, desde que as quantidades totais sejam aplicadas até o florescimento pleno.

Adubação de cobertura com nitrogênio

O nitrogênio tem sido o elemento mais importante para a produção do algodão, já que a maioria dos solos necessita da adição de fertilizantes nitrogenados, quer seja em quantidades baixas quer seja em quantidades elevadas, para a obtenção de rendimentos satisfatórios. Os resultados de experimentos de campo têm demonstrado que é possível relacionar a resposta do algodoeiro a nitrogênio com a intensidade do uso da área e o potencial de produtividade.

Como o nitrogênio é um elemento muito móvel no solo e, portanto, sujeito aos diversos mecanismos de perdas, a adubação de cobertura do algodoeiro com esse nutriente é de fundamental importância para aumentar o aproveitamento do fertilizante aplicado.

Considerando-se a marcha de absorção de nitrogênio pelo algodoeiro e os resultados de experimentos conduzidos em condições de campo, recomenda-se que a adubação nitrogenada em cobertura seja realizada no máximo até 55-60 dias após a emergência, parcelada em duas aplicações. A primeira aplicação deve ser realizada até o aparecimento dos primeiros botões florais, fase B1 (25-30 dias após a emergência), e a segunda, até o início do florescimento (fase F1). Aplicações tardias, além de não resultarem em acréscimo de produtividade, podem alongar o ciclo da cultura, tornando a planta mais susceptível a pragas e doenças (BOQUET et al., 1994; FUNDAÇÃO MT, 2001; ROSOLEM, 2001).

Nas cultivares de ciclo precoce, a velocidade de absorção é maior e as adubações de cobertura devem ser realizadas mais cedo, entre as fases B1 até B7. Já nas cultivares de ciclo tardio, cuja velocidade de absorção é mais lenta, as adubações de cobertura com N podem ser postergadas, sendo a primeira até a fase B4 e a segunda até a fase F1.

Em solos arenosos, principalmente com ocorrência de chuvas intensas durante o ciclo da cultura, o parcelamento da adubação nitrogenada é fundamental para aumentar a eficiência de absorção pelas plantas.

Quando o algodoeiro é cultivado em sucessão às gramíneas, cujos resíduos deixados sobre o solo possuem elevada relação C:N, pode ocorrer deficiência de nitrogênio em decorrência da possível imobilização do nitrogênio inorgânico pela biomassa microbiana do solo. Esse fato justifica antecipar a primeira adubação de cobertura com nitrogênio do período tradicional (fase B1 ou 25-30 dias após a emergência) para poucos dias após a emergência (10 a 15 dias), visando evitar uma possível deficiência de nitrogênio e estimular o crescimento vegetativo do algodoeiro.

Em locais com boa distribuição de chuvas e solos com teor de argila acima de 350 g/kg, cultivados há longo período em SPD, parte da adubação de cobertura do algodoeiro (até 50 %) pode ser antecipada para a cultura de cobertura do solo que antecede o algodoeiro (milheto, braquiária ou outra gramínea). Nessas condições, essa prática permite maior desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura do solo e maior eficiência da ciclagem de nutrientes. Contudo, a antecipação do adubo nitrogenado para o pré-plantio é arriscada em áreas de solos arenosos, bem como em locais com histórico de chuvas irregulares, situação na qual pode não haver sincronia entre a mineralização do N imobilizado (nos resíduos e na biomassa microbiana do solo) e o período de maior demanda da planta (CARVALHO et al., 2007).

A aplicação de uréia na superfície do solo sem incorporação, principalmente na presença de restos culturais, pode provocar perdas significativas do nitrogênio aplicado por volatilização. A água de chuva ou de irrigação, logo após a aplicação, ao conduzir o fertilizante para dentro do solo, reduz consideravelmente essas perdas.

Adubação de cobertura com potássio

O maior requerimento de potássio pelo algodoeiro ocorre entre o aparecimento dos primeiros botões florais e o início do enchimento das maçãs e a

absorção máxima ocorre no pico do florescimento (MALAVOLTA, 1987; ROSOLEM, 2001; THOMPSON, 1999), indicando que todo o potássio fornecido na adubação via solo deve ser aplicado até o início do florescimento.

Em solos de textura média e argilosa o modo de aplicação de potássio (100% aplicado a lanço em pré-plantio ou em cobertura; parte em pré-plantio e parte no sulco ou em cobertura; parte no sulco e parte em uma ou duas coberturas; em uma ou duas coberturas) tem pouca influência sobre o padrão de resposta da cultura em produtividade e acumulação de K na folha (CARVALHO et al., 2007). Na prática, isso significa que o produtor poderá escolher a opção que lhe for mais conveniente ou mais econômica.

Já no caso de solos arenosos e com baixa CTC (CTC < 4,0 cmolc/dm³), a adubação potássica deve ser parcelada - parte no plantio e parte em uma ou duas aplicações de cobertura. Nesses solos, a adubação de cobertura deve ser feita, preferencialmente a lanço, pois a alta concentração do nutriente causada por grandes quantidades de adubo, distribuídas em pequeno volume de solo, favorece as perdas por lixiviação.

A adubação de cobertura do algodoeiro com potássio pode ser realizada em uma aplicação ou parcelada em duas aplicações, desde que todo o potássio seja fornecido até o início do florescimento. O algodoeiro necessita acumular altas concentrações de K em suas folhas antes da fase de enchimento das maçãs, sobretudo as cultivares mais precoces e cultivadas em locais com possibilidade de períodos de déficit hídrico. Isso porque, a partir da formação das maçãs, o desenvolvimento de novas raízes - responsáveis pela absorção da maior proporção de água e nutrientes - diminui significativamente, de modo que a capacidade de absorção de nutrientes é inferior à demanda da planta (REDDY et al., 2000).

A aplicação de doses acima de 60 kg/ha de K₂O no sulco de semeadura do algodoeiro deve ser evitada, para evitar o efeito salino, pelo aumento do potencial osmótico, e, em alguns casos, para diminuir as perdas por lixiviação, principalmente nos solos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC). Como regra prática, a soma de nitrogênio mais potássio (N + K₂O) no sulco de plantio não deve ser superior a 90 kg/ha.

A exemplo do nitrogênio, também para o potássio, em solos de textura média e argilosa, a antecipação da adubação potássica do algodoeiro para o pré-plantio, na cultura de cobertura (milheto, braquiária), é tão eficiente quanto a adubação de cobertura (BERNARDI et al., 2004; CARVALHO et al., 2003). Além das vantagens da adubação do sistema e ciclagem de nutrientes, essa prática permite a redução ou retirada do potássio do sulco de semeadura. Com isso, evitam-se danos às plântulas, permite-se maior flexibilidade na escolha da formulação e aumenta-se o rendimento de plantio, que é particularmente importante para o Cerrado, onde grandes áreas são plantadas em um período relativamente curto.

Adubação de cobertura com enxofre

O enxofre é um elemento pouco móvel na planta e, por isso, o algodoeiro necessita de um suprimento contínuo desse nutriente para seu pleno desenvolvimento.

O algodoeiro extrai pequena quantidade de enxofre do solo, que varia de 4 a 8 kg para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos, dos quais cerca de 60% são exportados (semente + fibra). Assim, para evitar deficiência na planta, é recomendável aplicarem-se cerca de 30 a 40 kg/ha de S, especialmente em solos de textura arenosa, visando-se garantir a quantidade que deve ser extraída pela cultura.

Usualmente, o manejo da adubação com enxofre é feito junto com fertilizantes nitrogenados e fosfatados, como o sulfato de amônio (22% a 24% S) e o superfosfato simples (10% a 12% S). Na adubação de cobertura, o manejo é feito, geralmente, junto com o nitrogênio, usando sulfato de amônio. Também pode ser utilizado o enxofre elementar; porém essa fonte de S causa acidificação do solo, pois no processo de oxidação (transformação do S elementar em SO_4^{2-}) ocorre a formação de ácido sulfúrico (HOROWITZ; MEURER, 2005).

Adubação de cobertura com boro

Dentre os micronutrientes, tem-se observado que o boro é o mais limitante ao algodoeiro, havendo respostas dessa cultura à sua aplicação, sobretudo

em regiões com alto potencial produtivo e solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica, e áreas com calagem excessiva e sem histórico de aplicações de boro nas últimas safras.

Assim como o nitrogênio, o boro é um nutriente que tem alta mobilidade no solo, o que facilita sua lixiviação. Contudo, por ser imóvel na planta, há necessidade de suprimento contínuo de boro, pois havendo interrupção não ocorrerá mobilização suficiente do nutriente para suprir a necessidade dos órgãos mais jovens da planta. Esses fatores fazem com que a adubação de cobertura com boro seja de fundamental importância para a produtividade e a qualidade de fibra do algodoeiro.

Devido à alta mobilidade de B no solo, especialmente nos arenosos, é recomendável parcelar a dose recomendada na adubação (sulco + cobertura, sulco + foliar, sulco + cobertura + foliar); as doses necessárias tendem a diminuir na seqüência dos modos de aplicação: lanço > cobertura > sulco > foliar. A adubação via solo é mais eficiente que a adubação foliar, que deve ser usada apenas como complemento.

A adubação de cobertura com boro pode ser feita junto com a adubação nitrogenada ou potássica, a lanço ou de forma localizada em faixas ou bandas, ao lado da linha de plantio. Na adubação de cobertura, devem ser usadas as fontes com alta solubilidade e rápida disponibilidade para as plantas.

Referências Bibliográficas

- BERNARDI, A. C. C.; CARVALHO, M. C. S.; FREITAS, P. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; LEANDRO, W. M.; SILVA, T. M. **No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação do algodoeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 7 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 24).
- BOQUET, D. J.; MOSER, E. B.; BREITENBECK, G. A. Boll weight and within-plant yield distribution in field-grown cotton given different levels of nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 20-36, 1994.
- CARVALHO, M. C. S.; BARBOSA, K. A. **Resposta do algodoeiro a doses e épocas de adubação potássica em solo de baixa fertilidade no cerrado de Goiás**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 3 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 200).

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, DF: ABRAPA, 2007. cap. 16. p. 581-687.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; PERSEGIL, E.O.; BENKE, F.M.; Absorção de nutrientes para o cultivar de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) Delta Opal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. FertBio 2004. Lages: SBCS/UDESC, 2004. 1 CD ROM.

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa do Algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 283p. (Fundação MT. Boletim, 4)

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Uso do enxofre elementar como fertilizante. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 112, p. 4-7, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. 496 p.

PERSEGIL, E. O.; FURLANI JÚNIOR, E.; BENKE, F. M.; FERRARI, S.; REIS, A. R. Extração de nutrientes e acúmulo de matéria seca para o cultivar de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) IAC 24 na região de Selvíria-MS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. FertBio 2004. Lages: SBCS/UDESC, 2004. 1 CD ROM.

REDDY, K. R.; HODGES, H. F.; VARCO, J. **Potassium nutrition of cotton**. Mississippi: Mississippi Agricultural and Forestry Experimental Station, 2000. 10 p. (Bulletin, 1094)

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 95, 2001. 17 p. (Encarte Técnico)

THOMPSON, W. R. Fertilization of cotton for yields and quality. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 93-99.

Comunicado Técnico, 347

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 3315 4300 Fax: (83) 3315 4367
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br
1ª Edição
Tiragem: 500

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Nair Helena Castro Arriel
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes
Membros: Demóstenes Marcos Pedroza de Azevêdo
Everaldo Paulo de Medeiros
Fábio Aquino de Albuquerque
Francisco das Chagas Vidal Neto
João Luiz da Silva Filho
José Wellington dos Santos
Luiz Paulo de Carvalho
Nelson Dias Suassuna

Expedientes: Supervisor Editorial: Nivia Marta Soares Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Oriel Santana Barbosa
Editoração Eletrônica: Oriel Santana Barbosa